

537, 171

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

01 JUN 2005

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年8月19日 (19.08.2004)

PCT

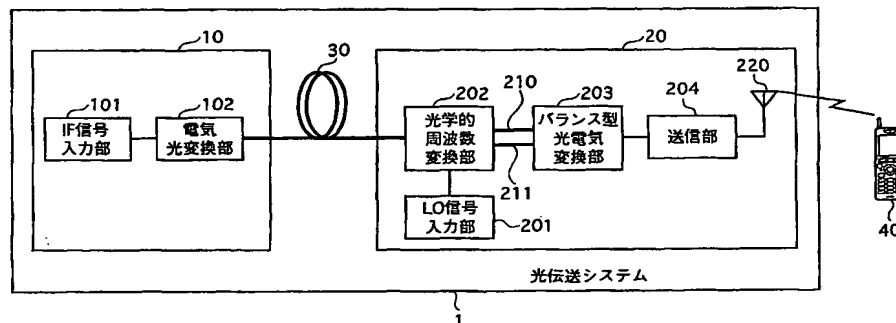
(10) 国際公開番号
WO 2004/070976 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04B 10/12
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001266
- (22) 国際出願日: 2004年2月6日 (06.02.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-031221 2003年2月7日 (07.02.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笹井 裕之 (SASAI, Hiroyuki) [/].
- (74) 代理人: 中島 司朗 (NAKAJIMA, Shiro); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎 3 丁目 2-1、淀川 5 番館 6F Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: 光伝送システム



101...IF SIGNAL INPUT SECTION
 102...ELECTRO-OPTIC CONVERSION SECTION
 202...OPTICAL FREQUENCY CONVERSION SECTION
 201...LO SIGNAL INPUT SECTION
 203...BALANCED PHOTOELECTRICAL CONVERSION SECTION
 204...TRANSMITTING SECTION
 1...OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(57) Abstract: An optical transmission system in which the noise component is cancelled and the construction cost is lower than conventional. An optical signal is transmitted from an optical transmitter to an optical receiver, the noise component having entered during the transmission is cancelled, and an output electric signal is outputted. The optical receiver is connected to the optical transmitter through one optical fiber, and an optical signal before intensity modulation is transmitted through the optical signal. The optical receiver comprises a first processing section that intensity-modulates the received optical signal and converts the optical signal into two optical signals the intensity-modulated components of which have opposite phases, first and second transmission optical fibers for transmitting the optical signals the intensity-modulated components of which have opposite phases, and a second processing section for converting the two optical signals into respective electric signals at the transmission ends, inversion-amplifying the electric signals, and generates an output electric signal.

(57) 要約: 雑音成分をキャンセルするとともに、従来よりも構築費用が安くなる光伝送システムを提供する。光送信装置から光受信装置まで光信号で伝送し、伝送途中に混入する雑音成分をキャンセルする処理を施して後、出力電気信号を出力する光伝送システムであって、前記光受信装置と前記光送信装置の間は、1つの光ファイバにて結合され、当該光ファイバを通じて強度変調前の光信

[続葉有]

WO 2004/070976 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光伝送システム

技術分野

- 5 本発明は、変調された電気信号により光信号の強度を変調して光伝送するアナログ光伝送技術、特に、光伝送系で生じる雑音成分を抑圧する技術に関する。

背景技術

光ファイバを用いて高速伝送を行う光伝送システムにおいて、高品質な光伝送を行う技術が、非特許文献1に開示されている。

- 10 これによると、光伝送システムは光送信装置と光受信装置とからなり、光送信装置と光受信装置とは2つの光ファイバにて接続されている。

光送信装置では、伝送すべき無線周波数信号(以下、「RF信号」という。)により、光受信装置へ送信する光信号の強度を変調し、さらに、強度変調した光信号から互いの位相関係が逆相の関係となる2つの光信号を生成し、生成した2つの光信号をそれぞれ
15 個別の光ファイバを介して光受信装置へ出力する。

光受信装置では、個別の光ファイバを介して光送信装置より2つの光信号を受け取ると、受け取った2つの光信号をそれぞれ電気信号へ変換し、変換した電気信号のうち何れかの電気信号の位相を逆相にして他方の電気信号へ加算する。

- 20 これにより、光送信装置より受信した2つの光信号の強度変調成分であるRF信号は逆相であるため、電気信号へそれぞれ変換した後、加算する際には同相となり、互いに加算されることになる。また、光送信装置より受信した2つの光信号雑音成分は同相であるため、加算する際には逆相となり、互いにキャンセルされることになる。これにより、高品質な光伝送を実現することができる。

- 25 上記に示す光伝送システムでは、雑音成分をキャンセルさせるためには、光送信装置と光受信装置との間に2本の光ファイバを設ける必要があり、光伝送システムを構築する際に費用が高くなるという原因になっている。そのため、従来の光伝送システムを商用のシステムへ導入することは困難である。

【非特許文献1】

「IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECH

NIQUES」、IEEE発行、VOL. 46、NO. 12、PP. 2083—2091、DECEMBER 1998

発明の開示

- 5 本発明は、雑音成分をキャンセルするとともに、従来よりも構築費用が安くなる光伝送システムを提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明は、光送信装置から光受信装置まで光信号で伝送し、伝送途中に混入する雑音成分をキャンセルする処理を施した後、出力電気信号を出力する光伝送システムであって、前記光受信装置と前記光送信装置の間は、1つの光ファイバにて結合され、当該光ファイバを通じて強度変調前の光信号が伝送され、前記光受信装置は、受信した光信号を強度変調し、強度変調成分が互いに逆位相の2つの光信号に変換する第1処理部と、強度変調成分が互いに逆位相の光信号を伝送する第1及び第2伝送光ファイバと、伝送端で、2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、反転増幅して出力電気信号を生成する第2処理部とを備えることを特徴とする。

- 15 この構成によると、光伝送システムは、光受信装置にて、受信した光信号を強度変調して、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号を生成し、生成した2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、反転増幅して出力電気信号を生成することができる。これにより、従来の光伝送システムのように、光受信装置側で、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号を受信する必要がなくなる、つまり、光送信装置と光受信装置とを2本の光ファイバにて接続する必要がなくなり、構築費用が安くなる。さらに、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換して、変換された2つの電気信号の一方を反転すると、互いの電気信号は同相となり、互いの雑音成分は逆相とすることができる。これにより、出力電気信号を生成する際には、雑音成分の位相はキャンセルされ、高品質な出力電気信号を生成することができる。

25 図面の簡単な説明

図1は、光伝送システム1の構成を示すブロック図である。

図2は、光学的周波数変換部202の構成を示す図である。

図3は、光学的周波数変換部202の断面図である。

図4は、バランス型光電気変換部203の構成を示すブロック図である。

図5は、光伝送システム1Aの構成を示すブロック図である。

図6は、偏波スクランブラ103Aの動作を示す図である。

図7は、光伝送システム1Bの構成を示すブロック図である。

図8は、偏波制御部205Bの構成を示す図である。

5 図9は、光伝送システム1Cの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

1. 第1の実施の形態

本発明に係る第1の実施の形態としての光伝送システム1について説明する。

10 光伝送システム1は、図1に示すように、光送信装置10、光受信装置20及び光ファイバ30から構成されている。光送信装置10と光受信装置20とは、光ファイバ30にて接続されている。

光送信装置10は、中間周波数信号(以下、「IF信号」という。)を光信号に変換し、変換した光信号を光ファイバ30を介して光受信装置20へ送信する。光受信装置20は、光ファイバ30を介して光送信装置10より光信号を受け取り、受け取った光信号を用いて、IF信号をRF信号に変換し、変換したRF信号を携帯電話機40へ送信する。IF信号とは、RF信号の周波数と異なる周波数を有する電気信号であり、一般には、RF信号より低い周波数を有する。

1. 1 光送信装置10の構成

20 光送信装置10は、図1に示すように、IF信号入力部101及び電気光変換部102から構成されている。

(1) IF信号入力部101

IF信号入力部101は、光受信装置20へ伝送すべき信号であるIF信号の入力を受け付け、受け付けたIF信号を電気光変換部102へ出力する。

(2) 電気光変換部102

25 電気光変換部102は、具体的には、半導体レーザモジュールであり、IF信号入力部101よりIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を光ファイバ30を介して光受信装置20へ出力する。

ここで、電気光変換部102の実現方法を半導体レーザモジュールを用いて、以下に簡単に説明する。

半導体レーザモジュールは、通常、レーザチップと、光信号を一定出力にて動作するように制御するモニタPDと、温度制御するペルチェクーラと、反射光を防ぐアイソレータと、第1及び第2レンズを有している。

5 半導体レーザモジュールは、IF信号を受け取ると、受け取ったIF信号をレーザチップにより光変換して光信号を生成し、生成した光信号を第1レンズ、アイソレータ及び第2レンズの順に通過させ、光ファイバへ出力する。

10 なお、上記にて示す半導体レーザモジュールは、アイソレータを有しているとしたが、これに限定されない。アイソレータを有していない半導体レーザモジュールであってもよい。このとき、半導体レーザモジュールは、生成した光信号を第1レンズ、第2レンズの順に通過させ、光ファイバへ出力する。なお、レンズも用いられず、直接光ファイバに結合される場合もある。

1. 2 光受信装置20の構成

15 光受信装置20は、図1に示すように、LO信号入力部201、光学的周波数変換部202、バランス型光電気変換部203及び送信部204から構成されており、光学的周波数変換部202とバランス型光電気変換部203とは、光ファイバ210、211にて接続されている。

(1) LO信号入力部201

20 LO信号入力部201は、光送信装置10より受け取った光信号を強度変調するために一定の周波数を有する局部発信信号(以下、「LO信号」という。)の入力を受け付け、受け付けたLO信号を光学的周波数変換部202へ出力する。

ここで、LO信号が有する周波数は、RF信号の周波数(以下、「RF周波数」という。)と同等である。

(2) 光学的周波数変換部202

25 光学的周波数変換部202は、具体的には、チャープ型であるマッハツェンダー型外部変調器であり、図2は光学的周波数変換部202の構成を示し、図3は図2のX1-X2における光学的周波数変換部202の断面を示す。

光学的周波数変換部202は、図2及び図3にて示すように、ニオブ酸リチウム結晶(以下、「LN」という。)にて生成されたZカットのLN基盤層330と、導波路301と、ホット電極310及びグランド電極311、312と、終端抵抗320と、偏光子321と、LNブロック3

22と、ガラスキャピラリ323、324と、二酸化ケイ素からなるバッファ層331とを有している。

導波路301は、チタン(Ti)をLN基盤層330の表面に熱拡散することにより形成されている。導波路301の一端は、偏光子321を介して光ファイバ30と接続され、他端はY
5 分岐302にて2つの導波路(以下、「第1同波路」、「第2導波路」という。)に分岐され、
分岐された第1及び第2導波路は、結合点303にて結合され、結合後、Y分岐304にて、
再び2つの導波路(以下、「第3同波路」、「第4導波路」という。)に分岐され、分岐され
た第3及び第4導波路は、それぞれガラスキャピラリ323、324を介して、光ファイバ210
及び光ファイバ211へ接続される。

10 ここで、導波路301は、Y分岐302において、導波路301が光ファイバより光信号を
受け取る受取点から第1及び第2導波路に分岐される点までの長さを完全結合長の半
分とする。また、Y分岐304においても、結合点303から第3及び第4導波路に分岐さ
れる点までの長さを完全結合長の半分とする。これにより、Y分岐302、304は、3dB結
合器と同様の働きをすることになる。つまり、Y分岐302、304は、受け取った光電力を
15 半分ずつに分岐することができる。光電力を半分ずつに分岐する原理は公知であるた
め、説明は省略する。

さらに、LN基盤層330がZカットである場合には、図3にて示すように光学的周波数
変換部202のホット電極310及びグランド電極311は、Y分岐302にて分岐された2つ
の導波路301の真上になる配置となるため(なお、ここでは、グランド電極311が第1導
20 波路の真上にあり、ホット電極310が第2導波路の真上にあるとする。)、第1及び第2導
波路を通過する光の電極金属による吸収損を避けるために、バッファ層331がホット電
極310及びグランド電極311、312と、LN基盤層330との間に設けられている。なお、
図2では、光学的周波数変換部202の構成を分かりやすくするために、ホット電極310
及びグランド電極311、312と、LN基盤層330との間のバッファ層331が省略されてい
25 るが、実際には、バッファ層331は、図3にて示すように、ホット電極310及びグランド電
極311、312と、LN基盤層330との間に設けられている。

ホット電極310の一端は、LO信号入力部201と接続しており、他端は、終端抵抗32
0と接続している。また、グランド電極311、312は、接地されている。

光学的周波数変換部202は、光ファイバ30を介して光送信装置10より光信号を受

け取ると、Y分岐302にて、受け取った光信号の光電力が等しくなるように、受け取った光信号を第1導波路及び第2導波路へ分岐する。次に、光学的周波数変換部202は、LO信号入力部201にて受け付けたLO信号をホット電極310に印加することにより、ホット電極310とグランド電極311との間、及びホット電極310とグランド電極311との間に電界を生じさせる。これにより、第1及び第2導波路の屈折率が変化し、第1及び第2導波路を通過するそれぞれの光信号は、それぞれ Φ と $-\Phi$ の位相変化を受ける。光学的周波数変換部202は、結合点303にて、位相変化を受けた2つの光信号を結合、干渉して、光送信装置10より受け取った光信号の強度を変調し、強度変調した光信号(以下、「強度変調光信号」という。)を生成する。このとき、ホット電極310にLO信号を印加することにより、強度変調成分は、IF信号の周波数(以下、「IF周波数」という。)からRF周波数に変換されている。

次に、光学的周波数変換部202は、Y分岐304では、強度変調光信号は、3dB結合器と同様の働きによる影響と、第1及び第2導波路にてLO信号を印加した影響とにより、強度変調成分が強度変調光信号の強度変調成分と逆相の光信号(以下、「第1光信号」という。)340と、強度変調成分が強度変調光信号の強度変調成分と同相の光信号(以下、「第2光信号」という。)341とに分岐され、第1光信号340は、第3導波路を通過し、光ファイバ210を介してバランス型光電気変換部203へ出力され、第2光信号341は、第4導波路を通過し、光ファイバ211を介してバランス型光電気変換部203へ出力される。

なお、強度変調の原理と、第1光信号340及び第2光信号341との強度変調成分が逆位相の関係となる原理とは、公知であるため、ここでの詳細な説明は省略する。これに関する詳細な説明は、小西良弘監修、山本果也著による「マルチメディア伝送技術選書 光ファイバ通信技術」(日刊工業新聞社)に記述されている。

(3) バランス型光電気変換部203

バランス型光電気変換部203は、光学的周波数変換部202から光ファイバ210及び211を介して、受信した第1及び第2光信号をそれぞれ電気信号に電気変換し、電気変換した2つの電気信号から、RF信号を生成する。なお、以降では、第1及び第2光信号を電気変換した電気信号をそれぞれ第1RF信号及び第2RF信号という。

バランス型光電気変換部203は、一例として図4にて示すように、第1フォトダイオー

ド(以下、「第1PD」という。)350、第2フォトダイオード(以下、「第2PD」という。)351と電源電圧部353とコンデンサ354とを有している。第1PDと第2PDとは接続部352にて直列接続され、第1PDの他端は接地され、第2PDの他端は電源電圧部353と接続されている。

- 5 第1PD350は、光学的周波数変換部202より光ファイバ210を介して、第1光信号340を受光すると、受光した第1光信号341を電気変換して第1RF信号を生成し、第2PD351は、光学的周波数変換部202より光ファイバ211を介して、第2光信号341を受光すると、受光した第2光信号341を電気変換して第2RF信号を生成する。

- 10 接続部352において、第1RF信号と第2RF信号とが同相で加算され、RF信号が生成される。なぜなら、第1PD350にて生成した第1RF信号は、電源電圧部353の方向へ出力されるため、位相が反転することになる。つまり、第2PD351にて生成した第2RF信号と同相となる。

- 15 このとき、従来技術と同様に、バランス型光電気変換部203にて受け取った第1及び第2光信号に含まれる雑音成分の位相は同相の関係にあるため、第1PD350及び第2PD351から出力されるそれぞれの雑音成分の位相は逆相の関係となる。そのため、接続部352において、雑音成分は、互いにキャンセルされることになる。

さらに、バランス型光電気変換部203は、接続部352にて生成したRF信号をコンデンサ354を介して送信部204へ出力する。

(4) 送信部204

- 20 送信部204は、アンテナ220を有しており、バランス型光電気変換部203よりRF信号を受信し、受信したRF信号をアンテナ220を介して携帯電話機40へ送信する。

1. 3 光伝送システム1の動作

- 25 光送信装置10の電気光変換部102は、IF信号入力部101より伝送すべきIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を光受信装置20へ光ファイバ30を介して出力する。

光受信装置20の光学的周波数変換部202は、光ファイバ30を介して光送信装置10より光信号を受け取り、受け取った光信号を強度変調して、強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号から第1光信号と第2光信号とを生成し、生成した第1及び第2光信号をそれぞれ光ファイバ210及び光ファイバ211を介してバランス型光電気変換

部203へ出力する。

次に、バランス型光電気変換部203は、光学的周波数変換部202より第1及び第2光信号をそれぞれ第1PD350及び第2PD351にて受光すると、受光した第1及び第2光信号をそれぞれ電気変換して、第1及び第2RF信号を生成する。次に、バランス型
5 光電気変換部203は、接続部352にて、第1RF信号と第2RF信号とを同相で加算して、RF信号を生成し、生成したRF信号を送信部204へ出力する。送信部204は、バランス型光電気変換部203よりRF信号を受け取ると、受け取ったRF信号をアンテナ220を介して携帯電話機40へ送信する。

これにより、2つの光信号の強度変調成分であるRF信号は互いに加算され、雑音成分は互いにキャンセルされることとなり、高品質な光伝送を実現することができる。
10

1. 4 第1の実施の形態のまとめ

以上説明したように、光伝送システム1において、光送信装置10と光受信装置20との間に1本の光ファイバを設けるだけでよいため、従来の光伝送システムよりも構築費用が安くなる。さらに、光送信装置10では、光学的周波数変換部202とバランス型光電気変換部203とを用いて、雑音成分がキャンセルされたRF信号を生成することができる。
15

また、従来の光伝送システムでは、光送信装置と光受信装置との間にて、個別の光ファイバを介して伝送される2つの光信号が光位相レベルで一致するように遅延時間の調整を行う必要があるが、光伝送システム1においては、遅延時間の調整を光受信装置20側のみで行えばよく、集積化等により遅延時間の調整が容易となる。
20

なお、上記の光学的周波数変換部202において、第1同波路及び第2同波路の双方に電界が生じるような構成としたが、これに限定されない。第1同波路及び第2同波路のうち何れかの同波路のみに電界が生じるような構成としてもよい。

また、上記の光学的周波数変換部202ではホット電極を1つとしたが、これに限定されない。ホット電極を2つ備える2電極型であってもよい。2電極型の場合の動作は、上記に示したホット電極が1つの場合と同様であり、強度変調によって生成される強度変調光信号の強度変調成分はRF周波数となる。
25

また、上記の光学的周波数変換部202は、チャープ型のマッハツェンダー型外部変調器であるとしたが、ゼロチャープ型のマッハツェンダー型外部変調器であってもよい。

ゼロチャープ型のマッハツェンダー型外部変調器の動作は、チャープ型のマッハツェンダー型外部変調器の動作と同様である。

なお、バランス型光電気変換部203において、第1PDの他端は接地され、第2PDの他端は電源電圧部353と接続されているとしたが、これに限定されない。第1PDの他
5 端を電源電圧部353と接続し、第2PDの他端を接地してもよい。この場合においても、雑音成分がキャンセルされたRF信号を生成することができる。

なお、光送信装置10より受信した光信号を分岐する場合に、Y分岐を用いたが、Y分岐の代わりに、受け取った光電力を半分ずつに分岐することができるデバイスであってもよい。また、強度変調光信号を分岐する場合も同様に、Y分岐の代わりに、受け取
10 った光電力を半分ずつに分岐することができるデバイスであってもよい。ここで、Y分岐の代わりとなるデバイスの一例は、3dB結合器である。

2. 第2の実施の形態

本発明に係る第2の実施の形態としての光伝送システム1Aについて説明する。

光伝送システム1Aは、図5に示すように、光送信装置10A、光受信装置20A及び光
15 ファイバ30Aから構成されている。光送信装置10Aと光受信装置20Aとは、光ファイバ30Aにて接続されている。

光送信装置10Aは、IF信号を光信号に変換し、さらに、変換した光信号の偏波状態を無偏波状態にし、無偏波状態の光信号を光ファイバ30Aを介して光受信装置20Aへ送信する。光受信装置20Aは、光ファイバ30Aを介して光送信装置10Aより無偏波
20 状態の光信号を受け取り、受け取った無偏波状態の光信号を用いて、IF信号をRF信号に変換し、変換したRF信号を携帯電話機40Aへ送信する。

2.1 光送信装置10Aの構成

光送信装置10Aは、図5に示すように、IF信号入力部101A、電気光変換部102A及び偏波スクランブラ103Aから構成されており、電気光変換部102Aと偏波スクランブ
25 ラ103Aとは、光ファイバ110Aにて接続されている。

(1) IF信号入力部101A

IF信号入力部101Aは、光受信装置20Aへ伝送すべき信号であるIF信号の入力を受け付け、受け付けたIF信号を電気光変換部102Aへ出力する。

(2) 電気光変換部102A

電気光変換部102Aは、具体的には、半導体レーザモジュールであり、IF信号入力部101AよりIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を、光変換して偏波状態が直線偏波である光信号を生成し、生成した光信号を光ファイバ110Aを介して偏波スクランブラ103Aへ出力する。

5 (3) 偏波スクランブラ103A

偏波スクランブラ103Aは、電気光変換部102Aより光ファイバ110Aを介して光信号を受け取り、受け取った光信号の偏波状態がランダムとなる無偏光状態に調整し、無偏光状態に調整した光信号を光ファイバ30Aを介して光受信装置20Aへ出力する。

ここで、羽鳥他著による「通信工学1」(コロナ社出版)を引用文献として、偏波スクランブラ103Aについて、以下に説明する。

偏波スクランブラ103Aは、具体的には、偏波変調器であり、直線偏波である入射光の入力点において、2つの直交する偏波すなわちTE偏波及びTM偏波を同時に与え、印加電圧によって両偏波間の位相差を変化させることにより、変調を行う。

TE偏波及びTM偏波を同時発生させるために、入射光の偏波状態を直線偏波にして、偏波スクランブラの導波路断面の軸に対して45度傾けて入射させる。

このとき、導波路における両偏波の伝搬速度が異なるため、出力端で見た両偏波の位相差は、印加電圧の大きさによって、 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 135° 、 90° 、 45° 、 0° の順に変化する。

これに伴い、偏波スクランブラ103Aの出力光の偏波状態は、直線偏波、楕円偏波、円偏波、楕円偏波、円偏波、直線偏波(最初の直線偏波と直交している)、そしてこの逆の順に変化する。

図6(a)は、出力端で見た両偏波の位相差が0度の場合、つまり偏波スクランブラ103Aの出力光の偏波状態が直線偏波である場合を示す図であり、図6(b)は、出力端で見た両偏波の位相差が90度の場合、つまり偏波スクランブラ103Aの出力光の偏波状態が円偏波である場合を示す図であり、図6(c)は、出力端で見た両偏波の位相差が180度の場合、つまり偏波スクランブラ103Aの出力光の偏波状態が直線偏波である場合を示す図である。なお、図6は、引用文献に記載されている図である。

偏波スクランブラ103Aはこの変化を毎秒 5×10^9 回繰り返すことにより、偏波状態をランダム、つまり無偏波状態とすることができる。

2. 2 光受信装置20Aの構成

光受信装置20Aは、図5に示すように、LO信号入力部201A、光学的周波数変換部202A、バランス型光電気変換部203A及びアンテナ220Aを有する送信部204Aから構成されており、光学的周波数変換部202Aとバランス型光電気変換部203Aとは、

5 光ファイバ210A、211Aにて接続されている。

LO信号入力部201A、バランス型光電気変換部203A及び送信部204Aは、第1の実施の形態にて示したLO信号入力部201、バランス型光電気変換部203及び送信部204と同様であるため、説明は省略する。

(1) 光学的周波数変換部202A

10 光学的周波数変換部202Aは、具体的には、チャープ型であるマッハツェンダー型外部変調器であり、第1の実施の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様の構成である。

光学的周波数変換部202Aは、光ファイバ30Aを介して光送信装置10Aより無偏光状態に調整した光信号を受け取る。次に、光学的周波数変換部202Aは、第1の実施

15 の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様に、LO信号入力部201Aより受け取ったLO信号を用いて、光送信装置10Aより受け取った無偏光状態に調整した光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第1光信号及び第2光信号を生成する。光学的周波数変換部202Aは、生成した第1光信号を光ファイバ210Aを介してバランス型光電気変換部203Aへ出力し、生成した第2光信号

20 を光ファイバ211を介してバランス型光電気変換部203Aへ出力する。

2. 3 光伝送システム1Aの動作

光送信装置10Aの電気光変換部102Aは、IF信号入力部101Aより伝送すべきIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を偏波スクランブラ103Aへ出力する。偏波スクランブラ103Aは、電気光変換部102A

25 より光信号を受け取ると、受け取った光信号の偏波状態を無偏光状態に調整し、無偏光状態に調整した光信号を光受信装置20Aへ光ファイバ30Aを介して出力する。

光受信装置20Aの光学的周波数変換部202Aは、光ファイバ30Aを介して光送信装置10Aより無偏光状態に調整した光信号を受け取り、受け取った無偏光状態に調整した光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第

1 光信号と第2光信号とを生成し、生成した第1及び第2光信号をそれぞれ光ファイバ210A及び光ファイバ211Aを介してバランス型光電気変換部203Aへ出力する。

次に、バランス型光電気変換部203Aは、光学的周波数変換部202Aより第1及び第2光信号を受光すると、受光した第1及び第2光信号をそれぞれ電気変換して、第1
5 及び第2RF信号を生成し、生成した第1RF信号の位相を逆相にして、第2RF信号へ加算して、RF信号を生成し、生成したRF信号を送信部204Aへ出力する。送信部204Aは、バランス型光電気変換部203AよりRF信号を受け取ると、受け取ったRF信号をアンテナ220Aを介して携帯電話機40Aへ送信する。

通常、光学的周波数変換部202Aなどの外部変調器においては、入力可能な光電力は、光信号の偏波面に依存する。そのため、入力される光信号の偏光状態によって、
10 入力される光信号の割合を示す結合効率が大きく変わるので、入力される光信号を無偏光状態にすることによって、入力される光信号電力の $1/2$ を結合させることができる。なぜなら、光信号を入射する際に、その偏波面が、外部変調器に入射される偏波面と直交している場合には入射電力が「0」となり、外部変調器に入射される偏波面と同一
15 の場合にはその光信号の全ての光電力が入射される。全ての光電力が入射されるときに割合を「1」とすると、入力される光信号の偏波面がランダムになっていると、光信号は直交する2つの軸に分離すると、ちょうど電力が $1/2$ ずつになるからである。

光信号の偏波状態を調整しない場合には、光送信装置10Aより出力される光信号は直線偏波であり、光ファイバ30Aの設置状態によっては、結合効率が大きく劣化する場合がある。そこで、光信号の偏波状態を無偏光状態に調整することにより、安定した
20 結合効率の向上が実現できる。

2. 4 第2の実施の形態のまとめ

以上説明したように、光伝送システム1Aにおいて、光送信装置10Aと光受信装置20Aとの間に1本の光ファイバを設けるだけでよいため、従来の光伝送システムよりも構築費用が安くなる。さらに、光送信装置10Aでは、光学的周波数変換部202Aとバランス型光電気変換部203Aとを用いて、雑音成分がキャンセルされたRF信号を生成することができる。

また、従来の光伝送システムでは、光送信装置と光受信装置との間にて、個別の光ファイバを介して伝送される2つの光信号が光位相レベルで一致するように遅延時間の

調整を行う必要があるが、光伝送システム1Aにおいては、遅延時間の調整を光受信装置20A側のみで行えばよく、集積化等により遅延時間の調整が容易となる。

また、光伝送システム1Aにおいて、光送信装置10Aより光受信装置20Aへ出力する光信号の偏波状態を無偏光状態に調整して出力することにより、結合効率の向上をも実現できる。

2. 5 第2の実施の形態の変形例

ここでは、第2の実施の形態の変形例としての光伝送システム1Bについて説明する。

光伝送システム1Bは、図7に示すように、光送信装置10B、光受信装置20B及び光ファイバ30Bから構成されている。光送信装置10Bと光受信装置20Bとは、光ファイバ30Bにて接続されている。

光送信装置10Bは、IF信号を光信号に変換し、変換した光信号を光ファイバ30Bを介して光受信装置20Bへ送信する。光受信装置20Bは、光ファイバ30Bを介して光送信装置10Bより光信号を受け取り、受け取った光信号を用いて、IF信号をRF信号に変換し、変換したRF信号を携帯電話機40Bへ送信する。

2. 5. 1 光送信装置10Bの構成

光送信装置10Bは、図7に示すように、IF信号入力部101B及び電気光変換部102Bから構成されている。

IF信号入力部101B及び電気光変換部102Bは、第1の実施の形態で示したIF信号入力部101及び電気光変換部102と同様であるため、説明は省略する。

2. 5. 2 光受信装置20Bの構成

光受信装置20Bは、図7に示すように、LO信号入力部201B、光学的周波数変換部202B、バランス型光電気変換部203B、アンテナ220Bを有する送信部204B及び偏波制御部205Bから構成されており、光学的周波数変換部202Bとバランス型光電気変換部203Bとは、光ファイバ210B、211Bにて接続され、光学的周波数変換部202Bと偏波制御部205とは、偏波保持ファイバ212Bにて接続されている。偏波保持ファイバ212Bの一例は、パンダ光ファイバである。

LO信号入力部201B、バランス型光電気変換部203B及び送信部204Bは、第1の実施の形態にて示したLO信号入力部201、バランス型光電気変換部203及び送信部204と同様であるため、説明は省略する。

また、光学的周波数変換部202Bなどの外部変調器においては、入力可能な光電力は、光信号の偏波面に依存する。なお、ここで示す光学的周波数変換部202Bは、偏波状態が水平偏波である光信号を受け取ることとし、以下説明する。

(1) 偏波制御部205B

- 5 偏波制御部205Bは、受信した光信号から、偏波状態が水平偏波である水平光信号と偏波状態が垂直偏波である垂直光信号とに分離し、分離した水平光信号及び垂直光信号から偏波状態が水平偏波のみの光信号(以下、「合波光信号」という。)を生成する。

- 10 偏波制御部205Bは、一例として図8に示すようにコリメータレンズ401B、402B、403B、偏波分離素子404B、光信号の偏波状態を垂直偏波から水平偏波へと回転させる波長板405B及び偏波保持カプラ406Bから構成されている。コリメータレンズ401Bは、光ファイバ30Bと接続されている。偏波保持カプラ406Bは、偏波保持ファイバ212Bと接続されている。偏波分離素子404Bは、一例として、ルチル結晶である。

- 15 偏波制御部205Bは、コリメータレンズ401Bにて光送信装置10Bから光ファイバ30を介して光信号を受信し、受信した光信号を偏波分離素子404Bにて、垂直光信号と水平光信号とに分離する。

分離された垂直光信号は、偏波分離素子404Bを通過後、波長板405Bにて、偏波状態が水平偏波となるように回転され、回転された垂直光信号(以下、「回転光信号」という。)は、コリメータレンズ402Bを介して偏波保持カプラ406Bへ入射される。

- 20 分離された水平光信号は、偏波分離素子404Bを通過後、コリメータレンズ403Bを介して偏波保持カプラ406Bへ入射される。

偏波保持カプラ406Bは、回転光信号と水平光信号とを合波して、合波光信号を生成し、生成した合波光信号を偏波保持ファイバ212Bを介して光学的周波数変換部202Bへ出力する。

- 25 (2) 光学的周波数変換部202B

光学的周波数変換部202Bは、具体的には、チャープ型であるマッハツエンダー型外部変調器であり、第1の実施の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様の構成である。

光学的周波数変換部202Bは、偏波制御部205Bより偏波保持ファイバ212Bを介し

て合波光信号を受け取る。次に、光学的周波数変換部202Bは、第1の実施の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様に、LO信号入力部201Bより受け取ったLO信号を用いて、偏波制御部205Bより受け取った合波光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第1光信号及び第2光信号を生成する。

- 5 光学的周波数変換部202Bは、生成した第1光信号を光ファイバ210Bを介してバランス型光電気変換部203Bへ出力し、生成した第2光信号を光ファイバ211Bを介してバランス型光電気変換部203Bへ出力する。

2. 5. 3 光伝送システム1Bの動作

- 10 光送信装置10Bの電気光変換部102Bは、IF信号入力部101Bより伝送すべきIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を光受信装置20Bへ光ファイバ30Bを介して出力する。

- 光受信装置20Bの偏波制御部205Bは、光ファイバ30Bを介して光送信装置10Bより光信号を受け取り、受け取った光信号の偏波状態を水平偏波に調整、つまり合波光信号を生成し、生成した合波光信号を光学的周波数変換部202Bへ出力する。光学的周波数変換部202Bは、合波光信号を偏波制御部205Bより受け取り、受け取った合波光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第1光信号と第2光信号とを生成し、生成した第1及び第2光信号をそれぞれ光ファイバ210B及び光ファイバ211Bを介してバランス型光電気変換部203Bへ出力する。
- 15

- 次に、バランス型光電気変換部203Bは、光学的周波数変換部202Bより第1及び第2光信号を受光すると、受光した第1及び第2光信号をそれぞれ電気変換して、第1及び第2RF信号を生成し、生成した第1RF信号の位相を逆相にして、第2RF信号に加算して、RF信号を生成し、生成したRF信号を送信部204Bへ出力する。送信部204Bは、バランス型光電気変換部203BよりRF信号を受け取ると、受け取ったRF信号をアンテナ220Bを介して携帯電話機40Bへ送信する。
- 20

- 25 2. 5. 4 光伝送システム1Bのまとめ

光伝送システム1Bにおいて、光受信装置20B側にて、偏波制御部205Bを設けることにより、光学的周波数変換部202Bが受け取ることができる偏波状態となるように光信号の偏波状態を調整することができる。これにより、光学的周波数変換部202Bでの結合効率を高めること、つまり、光信号の結合状態を高めることができる。

なお、ここでは、光学的周波数変換部202Bは、偏波状態が水平偏波である光信号を受け取ることとしたが、光学的周波数変換部202Bは、偏波状態が垂直偏波である光信号を受け取ってもよい。このとき、偏波分離素子404Bを通過した水平光信号の偏波状態を回転させて、偏波状態が回転した水平光信号と垂直光信号とを合波して偏波状態が垂直偏波のみからなる光信号を生成し、生成した光信号を偏波保持ファイバ212Bへ出力するようにすればよい。

3. その他の変形例

なお、本発明を上記の実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は、上記の実施の形態に限定されないのはもちろんである。以下のような場合も本発明に含まれる。

- 10 (1) 上記の実施の形態において、LO信号を光受信装置側にて入力する構成としたが、これに限定されない。

LO信号を光送信装置側で入力する構成としてもよい。このときの、光伝送システム1Cについて以下に説明する。

- 15 光伝送システム1Cは、図9に示すように、光送信装置10C、光受信装置20C及び光ファイバ30Cから構成されている。光送信装置10Cと光受信装置20Cとは、光ファイバ30Cにて接続されている。

- 20 光送信装置10Cは、IF信号を光変換にてIF光信号に変換、及びLO信号を光変換にてLO光信号に変換する。光送信装置10Cは、IF光信号とLO光信号とを多重化し、多重化した光信号を光ファイバ30Cを介して光受信装置20Cへ送信する。光受信装置20Cは、光ファイバ30Cを介して光送信装置10Cより多重化した光信号を受け取り、受け取った多重化した光信号より、RF信号を生成し、生成したRF信号を携帯電話機40Cへ送信する。

(A) 光送信装置10Cの構成

- 25 光送信装置10Cは、図9に示すように、IF信号入力部101C、第1電気光変換部105C、LO信号入力部106C、第2電気光変換部107C、及び光多重部108Cから構成されている。第1電気光変換部105Cと光多重部108Cとは、光ファイバ111Cにて接続され、第2電気光変換部107Cと光多重部108Cとは、光ファイバ112Cにて接続されている。

IF信号入力部101Cは、光受信装置20Cへ伝送すべき信号であるIF信号の入力を

受け付け、受け付けたIF信号を第1電気光変換部105Cへ出力する。

第1電気光変換部105Cは、具体的には、半導体レーザモジュールであり、IF信号入力部101CよりIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換して、IF光信号を生成し、生成したIF光信号を光ファイバ111Cを介して光多重部108Cへ出力する。

- 5 LO信号入力部106Cは、LO信号の入力を受け付け、受け付けたLO信号を第2電気光変換部107Cへ出力する。

第2電気光変換部107Cは、具体的には、半導体レーザモジュールであり、LO信号入力部106CよりLO信号を受け取ると、受け取ったLO信号を、IF光信号とは波長が異なる光を用いて光変換してLO光信号を生成し、生成したLO光信号を光ファイバ112

- 10 Cを介して光多重部108Cへ出力する。

光多重部108Cは、具体的には、光合波器であり、第1電気光変換部105Cより光ファイバ111Cを介してIF光信号を受け取り、さらに、第2電気光変換部107Cより光ファイバ112Cを介してLO光信号を受け取る。受け取ったIF光信号及びLO光信号とを多重化して、多重光信号を生成し、生成した多重光信号を光ファイバ30Cを介して光受信装置20Cへ出力する。

15

(B) 光受信装置20Cの構成

光受信装置20Cは、図9に示すように、光学的周波数変換部202C、バランス型光電気変換部203C、アンテナ220Cを有する送信部204C、光分離部206C及び光電気変換部207Cから構成されている。光学的周波数変換部202Cとバランス型光電気変換部203Cとは、光ファイバ210C、211Cにて接続され、光分離部206Cと光電気変換部207Cとは、光ファイバ213Cにて接続され、光分離部206Cと光学的周波数変換部202Cとは、光ファイバ214Cにて接続されている。

20

バランス型光電気変換部203C及び送信部204Cは、第1の実施の形態にて示したバランス型光電気変換部203及び送信部204と同様であるため、説明は省略する。

25

光分離部206は、具体的には、光分波器であり、光ファイバ30Cを介して光送信装置10Cより多重光信号を受け取ると、受け取った多重光信号を分離して、IF光信号及びLO光信号を取得する。光分離部206Cは、取得したIF光信号を光ファイバ214Cを介して光学的周波数変換部202Cへ出力し、取得したLO光信号を光ファイバ213Cを介して光電気変換部207Cへ出力する。

光電気変換部207Cは、具体的には、フォトダイオードである。光電気変換部207Cは、光分離部206Cより光ファイバ213Cを介してLO光信号を受け取り、受け取ったLO光信号を電気変換して、LO信号を生成する。光電気変換部207Cは、生成したLO信号を光学的周波数変換部202Cへ出力する。

- 5 光学的周波数変換部202Cは、具体的には、チャープ型であるマッハツェンダー型外部変調器であり、第1の実施の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様の構成である。光学的周波数変換部202Cは、光分離部206Cより光ファイバ214Cを介してIF光信号を受け取り、光電気変換部207CよりLO信号を受け取る。光学的周波数変換部202Cは、第1の実施の形態にて示した光学的周波数変換部202と同様に、光電気変換部207Cより受け取ったLO信号を用いて、光分離部206Cより受け取ったIF光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第1光信号及び第2光信号を生成する。光学的周波数変換部202Bは、生成した第1光信号を光ファイバ210Cを介してバランス型光電気変換部203Cへ出力し、生成した第2光信号を光ファイバ211Cを介してバランス型光電気変換部203Cへ出力する。
- 10

15 (C) 光伝送システム1Cの動作

光送信装置10Cの第1電気光変換部105Cは、IF信号入力部101Cより伝送すべきIF信号を受け取ると、受け取ったIF信号を光変換してIF光信号を生成し、生成したIF光信号を光多重部108Cへ出力する。

- 20 第2電気光変換部107Cは、LO信号入力部106CよりLO信号を受け取ると、受け取ったLO信号を光変換してLO光信号を生成し、生成したLO光信号を光多重部108Cへ出力する。光多重部108Cは、第1電気光変換部105CよりIF光信号、第2電気光変換部107CよりLO光信号をそれぞれ受け取ると、受け取ったIF光信号とLO光信号とを多重化して多重光信号を生成し、生成した多重光信号を光受信装置20Cへ光ファイバ30Cを介して出力する。

- 25 光受信装置20Cの光分離部206Cは、光ファイバ30Cを介して光送信装置10Cより多重光信号を受け取り、受け取った多重光信号を分離してIF光信号とLO光信号とを取得する。光分離部206Cは、取得したLO信号を光電気変換部207Cへ出力し、取得したIF信号を光学的周波数変換部202Cへ出力する。

光電気変換部207Cは、光分離部206CよりLO光信号を受け取ると、受け取ったL

〇光信号を電気変換してLO信号を生成し、生成したLO信号を光学的周波数変換部202Cへ出力する。

光学的周波数変換部202Cは、光分離部206CよりIF光信号を受け取ると、光電気変換部207Cより受け取ったLO信号を用いて、IF光信号を強度変調して強度変調光信号を生成し、生成した強度変調光信号より第1光信号と第2光信号とを生成し、生成した第1及び第2光信号をそれぞれ光ファイバ210C及び光ファイバ211Cを介してバランス型光電気変換部203Cへ出力する。

次に、バランス型光電気変換部203Cは、光学的周波数変換部202Cより第1及び第2光信号を受光すると、受光した第1及び第2光信号をそれぞれ電気変換して第1及び第2RF信号を生成し、生成した第1RF信号の位相を逆相にして、第2RF信号に加算して、RF信号を生成し、生成したRF信号を送信部204Cへ出力する。送信部204Cは、バランス型光電気変換部203CよりRF信号を受け取ると、受け取ったRF信号をアンテナ220Cを介して携帯電話機40Cへ送信する。

(D) 光伝送システム1Cのまとめ

光伝送システム1Cの光送信装置10Cにおいて、IF信号とLO信号とを同時に光伝送する構成とすることにより、システム全体のメンテナンス等を容易に行うことができる。

(2) なお、上記実施の形態では、光受信装置よりRF信号を携帯電話機へ送信しているが、これに限定されない。光受信装置は、パーソナルコンピュータなどの通信を行うことのできるコンピュータ機器にRF信号を送信してもよいし、テレビのチューナなどの放送受信装置に送信してもよい。

(3) 上記実施の形態において、電気光変換部の具体例として、半導体レーザモジュールとしたが、これに限定されない。電気光変換部は、半導体レーザモジュールとマッハツェンダー型外部変調器とを組み合わせたものであってもよい。

また、上記(1)にて示した第1及び第2電気光変換部も同様に、半導体レーザモジュールとマッハツェンダー型外部変調器とを組み合わせたものであってもよい。

(4) 上記実施の形態及び上記変形例をそれぞれ組み合わせるとしてもよい。

4. 発明の効果

以上説明したように、本発明は、光送信装置から光受信装置まで光信号で伝送し、伝送途中に混入する雑音成分をキャンセルする処理を施した後、出力電気信号を出力

する光伝送システムであって、前記光受信装置と前記光送信装置の間は、1つの光ファイバにて結合され、当該光ファイバを通じて強度変調前の光信号が伝送され、前記光受信装置は、受信した光信号を強度変調し、強度変調成分が互いに逆位相の2つの光信号に変換する第1処理部と、強度変調成分が互いに逆位相の光信号を伝送する第1及び第2伝送光ファイバと、伝送端で、2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、反転増幅して出力電気信号を生成する第2処理部とを備えることを特徴とする。

この構成によると、光伝送システムは、光受信装置にて、受信した光信号を強度変調して、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号を生成し、生成した2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、反転増幅して出力電気信号を生成することができる。これにより、従来の光伝送システムのように、光受信装置側で、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号を受信する必要がなくなる、つまり、光送信装置と光受信装置とを2本の光ファイバにて接続する必要がなくなり、構築費用が安くなる。さらに、強度変調成分が互いに逆相となる2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換して、変換された2つの電気信号の一方を反転すると、互いの電気信号は同相となり、互いの雑音成分は逆相とすることができる。これにより、出力電気信号を生成する際には、雑音成分の位相はキャンセルされ、高品質な出力電気信号を生成することができる。

ここで、前記光送信装置は、電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する出力処理部を備えるとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光送信装置は、光信号を光受信装置へ1つの光ファイバを介して送信することができる。そのため、従来の光送信装置のように、2本の光ファイバへ個別に光信号を出力する必要がなくなる。

ここで、前記第1処理部は、前記光ファイバを介して光信号を受信し、受信した光信号を、一定の周波数を有する変調電気信号の周波数に基づいて、強度変調して変調光信号を生成する強度変調部と、生成した変調光信号から、互いの強度変調成分が逆位相となる第1出力光信号と第2出力光信号とを生成し、生成した第1及び第2出力光信号をそれぞれ前記第1及び前記第2伝送光ファイバへ出力する光分割部からなり、前記第2処理部は、前記第1及び前記第2伝送光ファイバを介して受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して第1及び第2電気信号を生成する光電変換部と、

生成した第2電気信号の位相を反転して、前記第1電気信号に加算して、出力電気信号を生成する反転増幅部とからなるとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、強度変調部にて、受信した光信号を強度変調して変調光信号を生成し、光分割部にて、生成した変調光信号より第1
5 及び第2出力光信号を生成し、光電変換部にて、第1及び第2出力光信号から電気変換して第1及び第2出力電気信号を生成し、反転増幅部にて、生成した第1及び第2出力電気信号より出力電気信号を生成することができる。これにより、雑音成分がキャンセルされた出力電気信号を生成することができる。

ここで、前記第1処理部は、マッハツェンダー型外部変調器で構成され、前記第2処理部は、バランス型光電気変換器で構成されととしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、マッハツェンダー型外部変調器とバランス型光電気変換器とから構成することができる。

ここで、前記出力処理部が受信する電気信号は、無線周波数信号の周波数と異なる周波数を有する中間周波数信号であり、前記変調電気信号は、局部発信信号であり、
15 前記強度変調部は、前記局部発信信号の周波数に基づいて、受信した光信号を強度変調して、強度変調成分が無線周波数信号の周波数となる変調光信号を生成し、前記光電変換部は、受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して無線周波数信号の成分を持つ第1及び第2電気信号を生成し、前記反転増幅部は、生成した第2電気信号の位相を逆相にして、前記第1電気信号に加算して、無線周波数信号を生成
20 するとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、局部発信信号の周波数に基づいて、強度変調することにより、出力電気信号として無線周波数信号を生成することができる。これにより、光受信装置を、無線周波数信号を出力する装置として利用することができる。

25 ここで、前記出力処理部は、電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を第3伝送光ファイバへ出力する生成部と、前記第3伝送光ファイバを通じて前記光信号を受信し、受信した光信号の偏波状態をランダムに変化させて、前記光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する偏波スクランブラとを備えるとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光送信装置は、偏波状態がランダムに変化する光信号を光受信装置へ出力することができる。

ここで、前記第1処理部は、前記光送信装置から前記光ファイバを介して偏波状態がランダムに変化する光信号を受信するとしてもよい。

- 5 この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、偏波状態がランダムに変化する光信号を光送信装置より受信することができる。これにより、光受信装置は、安定した結合効率にて光信号を受信することができる。

- 10 ここで、前記光受信装置は、さらに、前記光送信装置から前記光ファイバを介して光信号を受信し、受信した光信号の偏波成分を、前記第1処理部が光信号を受信する際の偏波成分と一致するように前記光信号の偏波状態を制御し、偏波状態を制御した光信号を前記第1処理部へ出力する偏波制御部を備え、前記第1処理部は、前記偏波制御部より偏波状態が制御された光信号を受信するとしてもよい。

- 15 この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、受信した光信号の偏波状態と、第1処理部が光信号を受け取る際の偏波状態とが一致するよう制御することができる。これにより、第1処理部は、安定した結合効率にて光信号を受信することができる。

- 20 ここで、前記光信号の偏波成分は、第1偏波と第2偏波とを有し、前記第1処理部が光信号を受け取る際の偏波成分は、第1偏波であり、前記偏波制御部は、前記光信号を、第1偏波を有する第1偏波信号と、第2偏波を有する第2偏波信号とに分離する分離部と、前記第2偏波信号の偏波状態が前記第1偏波となるように前記第2偏波を回転させ、前記第1偏波を有する第3偏波信号を生成する回転部と、前記第1偏波信号と前記第3偏波信号とを合波して、前記第1偏波のみからなる合波光信号を生成する合波部とを備え、前記偏波状態が制御された光信号は、前記合成波であるとしてもよい。

- 25 この構成によると、光伝送システムにおける光受信装置の偏波制御部は、偏波成分が第1偏波のみからなる合波光信号を生成することができ、第1処理部は、合波光信号から第1及び第2光信号を生成することができる。これにより、第1処理部は、安定した結合効率にて偏波状態が制御された光信号を受信することができる。

ここで、前記光送信装置は、電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して伝送光信号を生成し、生成した伝送光信号を第3伝送光ファイバへ出力する出力処理部と、一定の周波数を有する変調電気信号を光変換して変調光信号を生成し、生成した

変調光信号を第4伝送光ファイバへ出力する変換処理部と、前記第3伝送光ファイバを通じて前記伝送光信号を、前記第4伝送光ファイバ前記変調光信号をそれぞれ受信し、受信した前記伝送光信号と、受信した前記変調光信号とを多重化して、多重光信号を生成し、生成した多重光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する多重化処理部とを備えるとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光送信装置は、伝送光信号と変調光信号とを1つの光ファイバを介して光受信装置へ伝送することができる。これにより、電気信号と変調電気信号とを光受信装置にて管理することができるため、メンテナンスが簡易になる。

ここで、前記光受信装置は、さらに、前記光ファイバを介して前記光送信装置から多重光信号を受信し、受信した多重光信号を前記伝送光信号と前記変調光信号とに分離し、分離した前記伝送光信号を前記第1処理部へ、分離した前記変調光信号を第5伝送光ファイバへ出力する光分離部と、前記第5伝送光ファイバを通じて前記変調光信号を受信し、受信した前記変調光信号を電気変換して、変調電気信号を生成し、生成した変調電気信号を前記第1処理部へ出力する第1光電変換部とを備え、前記第1処理部が受信する光信号は、前記伝送光信号であり、前記第1処理部は、前記第1光電変換部より受信した前記伝送光信号を、前記変調電気信号の周波数に基づいて、強度変調して変調光信号を生成する強度変調部と、生成した変調光信号から、互いの強度変調成分が逆位相となる第1出力光信号と第2出力光信号とを生成し、生成した第1及び第2出力光信号をそれぞれ前記第1及び前記第2伝送光ファイバへ出力する光分割部とからなり、前記第2処理部は、前記第1及び前記第2伝送光ファイバを介して受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して第1及び第2電気信号を生成する第2光電変換部と、生成した第2電気信号の位相を反転して、前記第1電気信号に加算して、出力電気信号を生成する反転増幅部とからなるとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、光送信装置から受信した多重光信号を受信し、受信した多重光信号を用いて、出力電気信号を生成することができる。そのため、光受信装置の管理等のメンテナンスが簡易にできる。

ここで、前記出力処理部が受信する電気信号は、無線周波数信号の周波数と異なる周波数を有する中間周波数信号であり、前記変調電気信号は、局部発信信号であり、前記強度変調部は、前記局部発信信号の周波数に基づいて、受信した伝送光信号を

強度変調して、強度変調成分が無線周波数信号の周波数となる変調光信号を生成し、前記第2光電変換部は、受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して無線周波数信号の成分を持つ第1及び第2電気信号を生成し、前記反転増幅部は、生成した第2電気信号の位相を逆相にして、前記第1電気信号に加算して、無線周波数信号を生成するとしてもよい。

この構成によると、光伝送システムの光受信装置は、局部発信信号の周波数に基づいて、強度変調することにより、出力電気信号として無線周波数信号を生成することができる。これにより、光受信装置は、無線周波数信号を出力する装置として利用することができる。

10 産業上の利用の可能性

上記において、説明した光伝送システムは、光ファイバによる通信システムを用いて、消費者へ情報、音声及び映像などを提供する産業において、経営的、つまり反復的かつ継続的に利用されうる。

請 求 の 範 囲

1. 光送信装置から光受信装置まで光信号で伝送し、伝送途中に混入する雑音成分をキャンセルする処理を施した後、出力電気信号を出力する光伝送システムであって、

前記光受信装置と前記光送信装置の間は、1つの光ファイバにて結合され、当該光ファイバを通じて強度変調前の光信号が伝送され、

前記光受信装置は、受信した光信号を強度変調し、強度変調成分が互いに逆位相の2つの光信号に変換する第1処理部と、強度変調成分が互いに逆位相の光信号を伝送する第1及び第2伝送光ファイバと、伝送端で、2つの光信号をそれぞれ電気信号に変換し、反転増幅して出力電気信号を生成する第2処理部と

10 を備えることを特徴とする光伝送システム。

2. 前記光送信装置は、

電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する出力処理部を

備えることを特徴とする請求の範囲1に記載の光伝送システム。

15 3. 前記第1処理部は、

前記光ファイバを介して光信号を受信し、受信した光信号を、一定の周波数を有する変調電気信号の周波数に基づいて、強度変調して変調光信号を生成する強度変調部と、

生成した変調光信号から、互いの強度変調成分が逆位相となる第1出力光信号と第2出力光信号とを生成し、生成した第1及び第2出力光信号をそれぞれ前記第1及び前記第2伝送光ファイバへ出力する光分割部からなり、

前記第2処理部は、

前記第1及び前記第2伝送光ファイバを介して受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して第1及び第2電気信号を生成する光電変換部と、

25 生成した第2電気信号の位相を反転して、前記第1電気信号に加算して、出力電気信号を生成する反転増幅部とからなる

ことを特徴とする請求の範囲2に記載の光伝送システム。

4. 前記第1処理部は、

マッハツェンダー型外部変調器で構成され、

前記第2処理部は、

バランス型光電気変換器で構成される

ことを特徴とする請求の範囲3に記載の光伝送システム。

5. 前記出力処理部が受信する電気信号は、無線周波数信号の周波数と異なる周波
5 数を有する中間周波数信号であり、

前記変調電気信号は、局部発信信号であり、

前記強度変調部は、前記局部発信信号の周波数に基づいて、受信した光信号を強度変調して、強度変調成分が無線周波数信号の周波数となる変調光信号を生成し、

- 10 前記光電変換部は、受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して無線周波数信号の成分を持つ第1及び第2電気信号を生成し、

前記反転増幅部は、生成した第2電気信号の位相を逆相にして、前記第1電気信号に加算して、無線周波数信号を生成する

ことを特徴とする請求の範囲3に記載の光伝送システム。

6. 前記出力処理部は、

- 15 電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して光信号を生成し、生成した光信号を第3伝送光ファイバへ出力する生成部と、

前記第3伝送光ファイバを通じて前記光信号を受信し、受信した光信号の偏波状態をランダムに変化させて、前記光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する偏波スクランブラとを

- 20 備えることを特徴する請求の範囲2に記載の光伝送システム。

7. 前記第1処理部は、

前記光送信装置から前記光ファイバを介して偏波状態がランダムに変化する光信号を受信する

ことを特徴する請求の範囲6に記載の光伝送システム。

- 25 8. 前記光受信装置は、さらに、

前記光送信装置から前記光ファイバを介して光信号を受信し、受信した光信号の偏波成分を、前記第1処理部が光信号を受信する際の偏波成分と一致するように前記光信号の偏波状態を制御し、偏波状態を制御した光信号を前記第1処理部へ出力する偏波制御部を備え、

前記第1処理部は、前記偏波制御部より偏波状態が制御された光信号を受信することを特徴する請求の範囲1に記載の光伝送システム。

9. 前記光信号の偏波成分は、第1偏波と第2偏波とを有し、

前記第1処理部が光信号を受け取る際の偏波成分は、第1偏波であり、

5 前記偏波制御部は、

前記光信号を、第1偏波を有する第1偏波信号と、第2偏波を有する第2偏波信号とに分離する分離部と、

前記第2偏波信号の偏波状態が前記第1偏波となるように前記第2偏波を回転させ、前記第1偏波を有する第3偏波信号を生成する回転部と、

10 前記第1偏波信号と前記第3偏波信号とを合波して、前記第1偏波のみからなる合波光信号を生成する合波部とを備え、

前記偏波状態が制御された光信号は、前記合成波である

ことを特徴する請求の範囲8に記載の光伝送システム。

10. 前記光送信装置は、

15 電気信号を受信し、受信した電気信号を光変換して伝送光信号を生成し、生成した伝送光信号を第3伝送光ファイバへ出力する出力処理部と、

一定の周波数を有する変調電気信号を光変換して変調光信号を生成し、生成した変調光信号を第4伝送光ファイバへ出力する変換処理部と、

前記第3伝送光ファイバを通じて前記伝送光信号を、前記第4伝送光ファイバ前記
20 変調光信号をそれぞれ受信し、受信した前記伝送光信号と、受信した前記変調光信号とを多重化して、多重光信号を生成し、生成した多重光信号を前記光ファイバを介して前記光受信装置へ出力する多重化処理部と

を備えることを特徴する請求の範囲1に記載の光伝送システム。

11. 前記光受信装置は、さらに、

25 前記光ファイバを介して前記光送信装置から多重光信号を受信し、受信した多重光信号を前記伝送光信号と前記変調光信号とに分離し、分離した前記伝送光信号を前記第1処理部へ、分離した前記変調光信号を第5伝送光ファイバへ出力する光分離部と、

前記第5伝送光ファイバを通じて前記変調光信号を受信し、受信した前記変調光信

号を電気変換して、変調電気信号を生成し、生成した変調電気信号を前記第1処理部へ出力する第1光電変換部とを備え、

前記第1処理部が受信する光信号は、前記伝送光信号であり、

前記第1処理部は、

- 5 前記第1光電変換部より受信した前記伝送光信号を、前記変調電気信号の周波数に基づいて、強度変調して変調光信号を生成する強度変調部と、生成した変調光信号から、互いの強度変調成分が逆位相となる第1出力光信号と第2出力光信号とを生成し、生成した第1及び第2出力光信号をそれぞれ前記第1及び前記第2伝送光ファイバへ出力する光分割部とからなり、

- 10 前記第2処理部は、

前記第1及び前記第2伝送光ファイバを介して受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して第1及び第2電気信号を生成する第2光電変換部と、

生成した第2電気信号の位相を反転して、前記第1電気信号に加算して、出力電気信号を生成する反転増幅部とからなる

- 15 ことを特徴する請求の範囲10に記載の光伝送システム。

12. 前記出力処理部が受信する電気信号は、無線周波数信号の周波数と異なる周波数を有する中間周波数信号であり、

前記変調電気信号は、局部発信信号であり、

- 20 前記強度変調部は、前記局部発信信号の周波数に基づいて、受信した伝送光信号を強度変調して、強度変調成分が無線周波数信号の周波数となる変調光信号を生成し、

前記第2光電変換部は、受信した第1及び第2出力光信号をそれぞれ電気変換して無線周波数信号の成分を持つ第1及び第2電気信号を生成し、

- 25 前記反転増幅部は、生成した第2電気信号の位相を逆相にして、前記第1電気信号に加算して、無線周波数信号を生成する

ことを特徴とする請求の範囲11に記載の光伝送システム。

図1

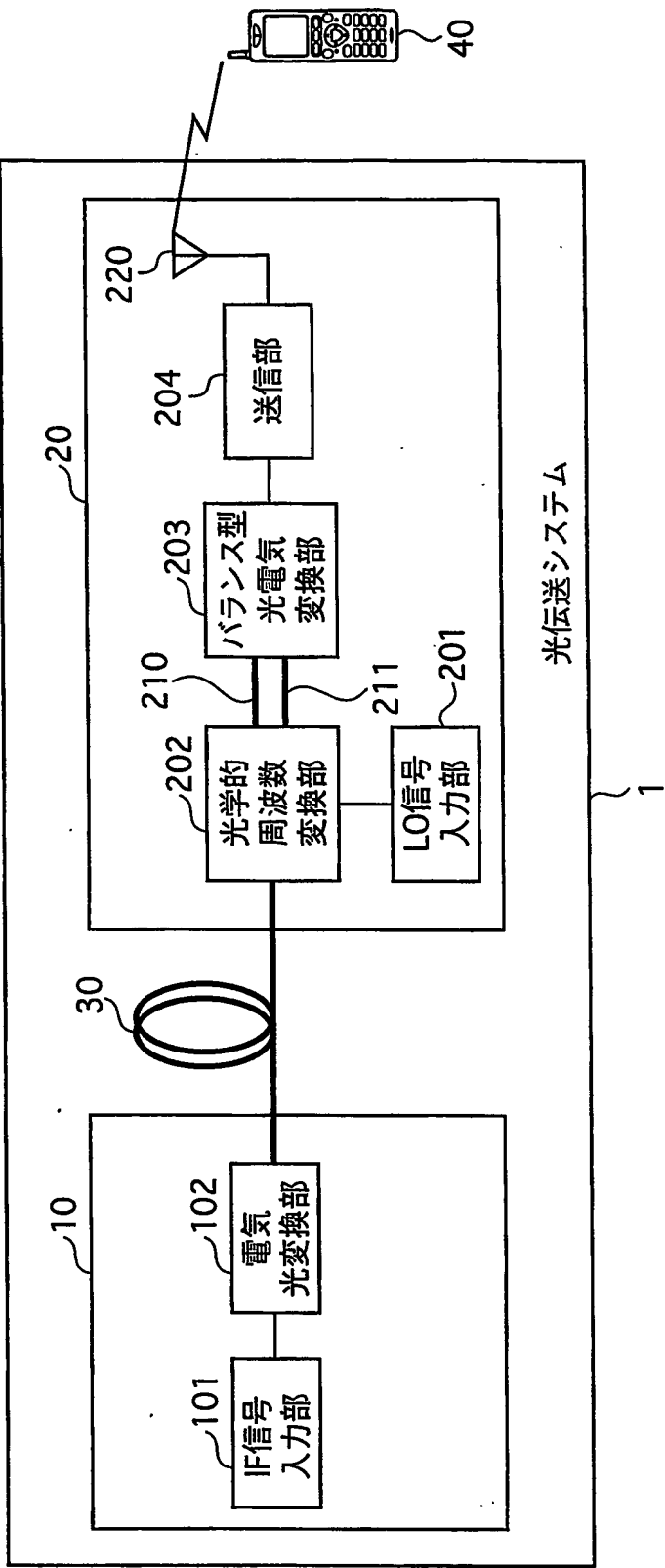


図2

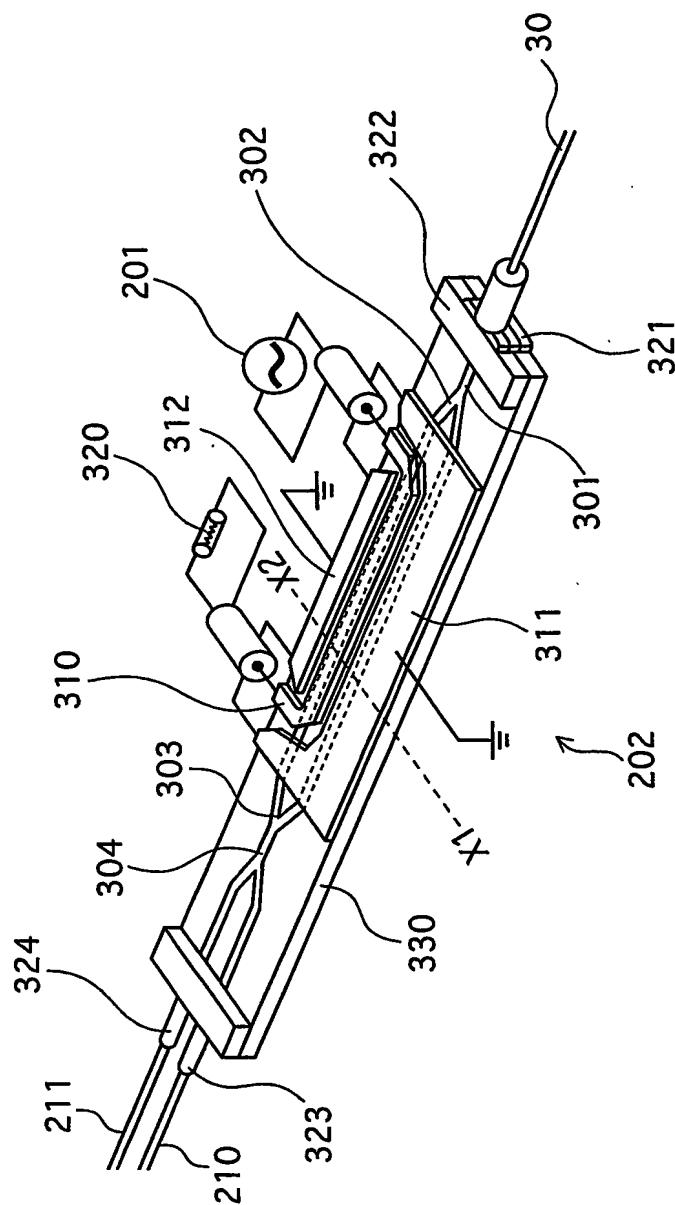


図3

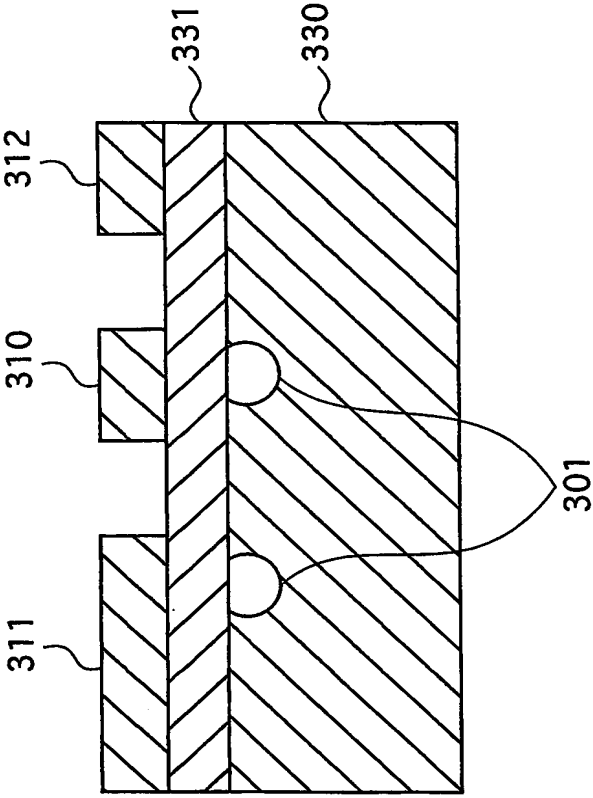


図4

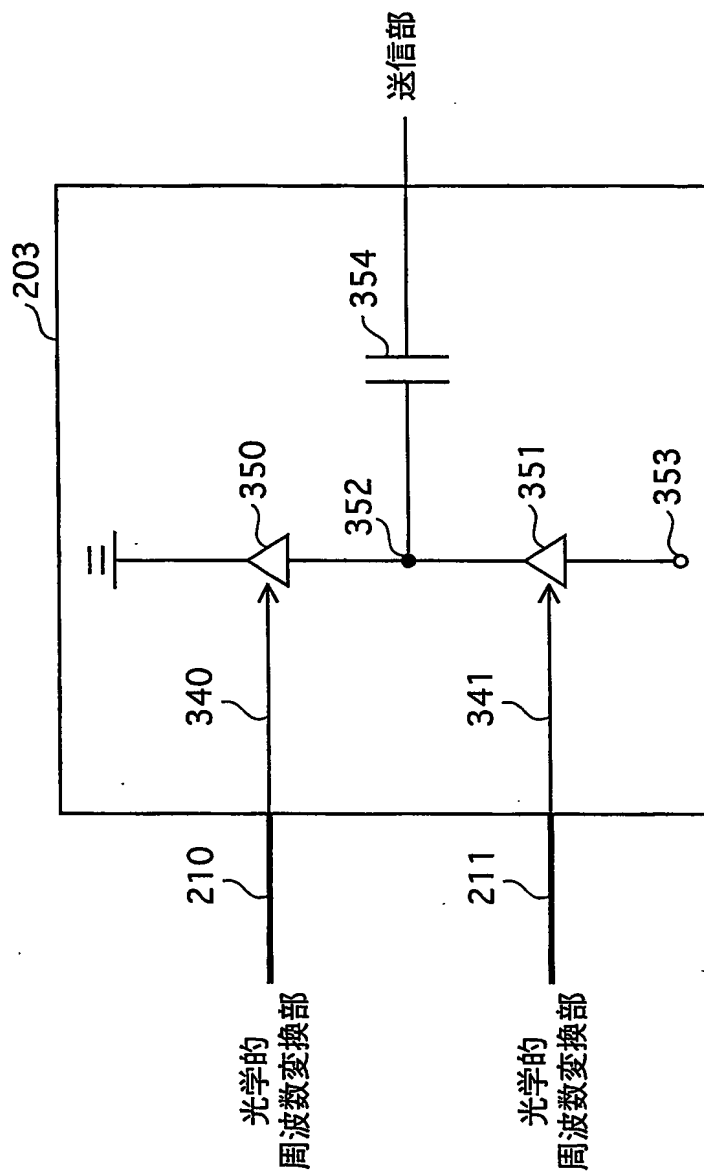


図5

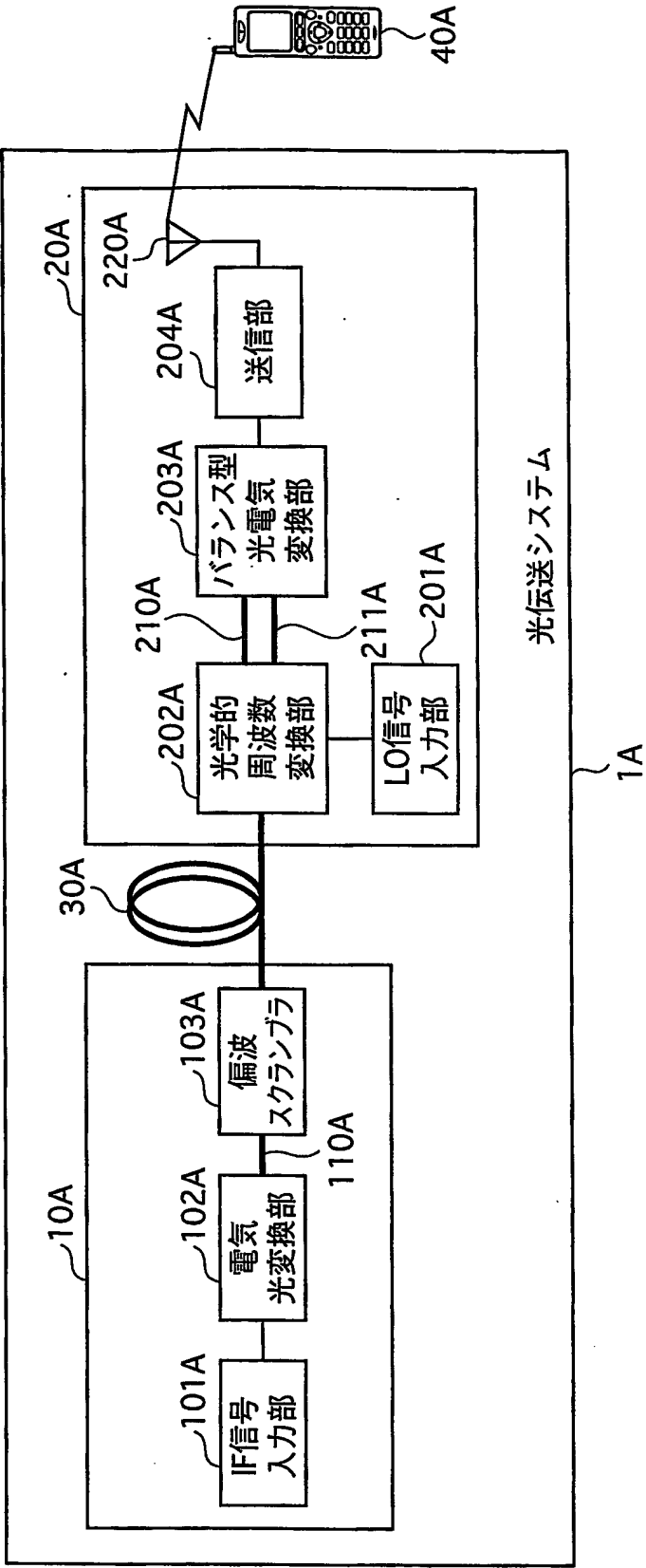


図6

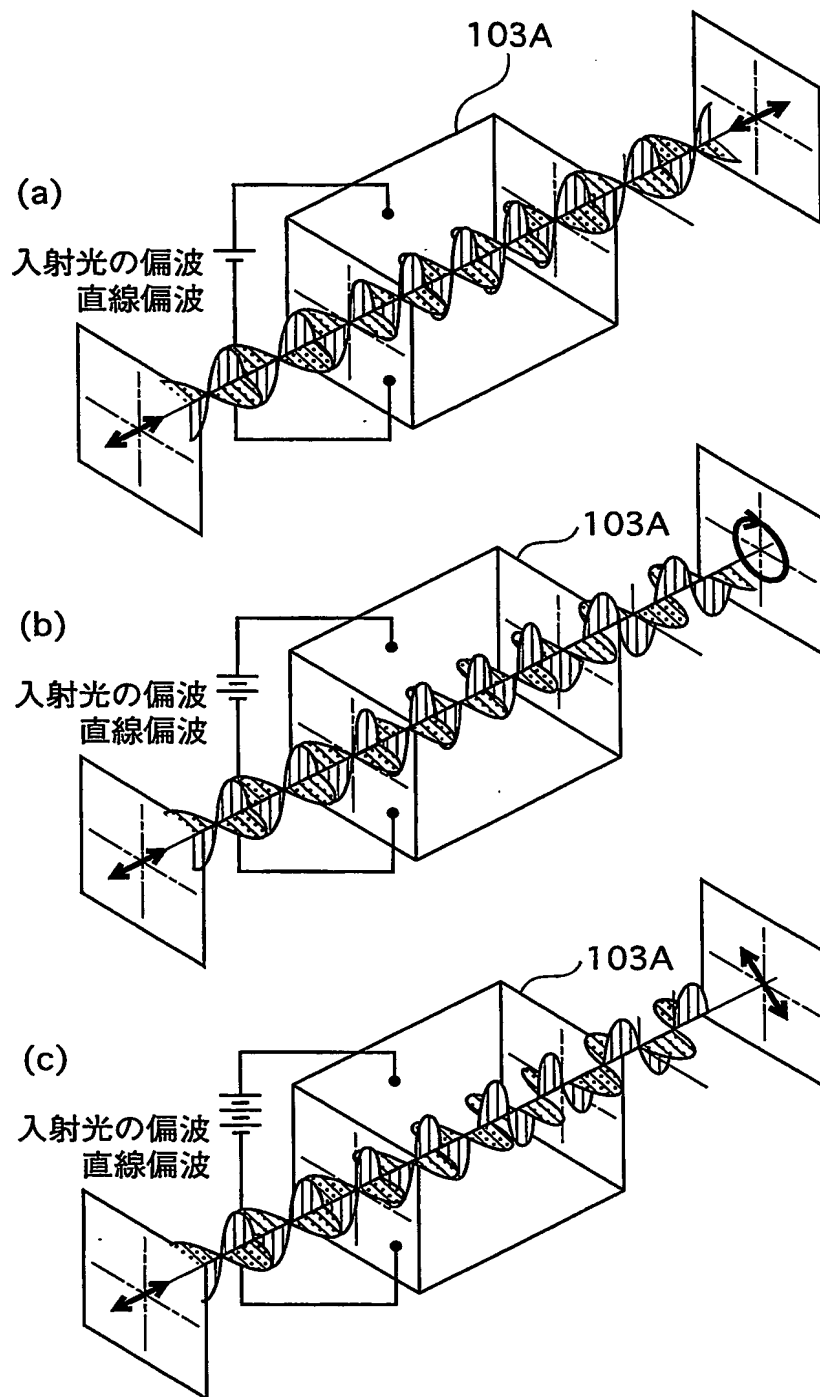


図7

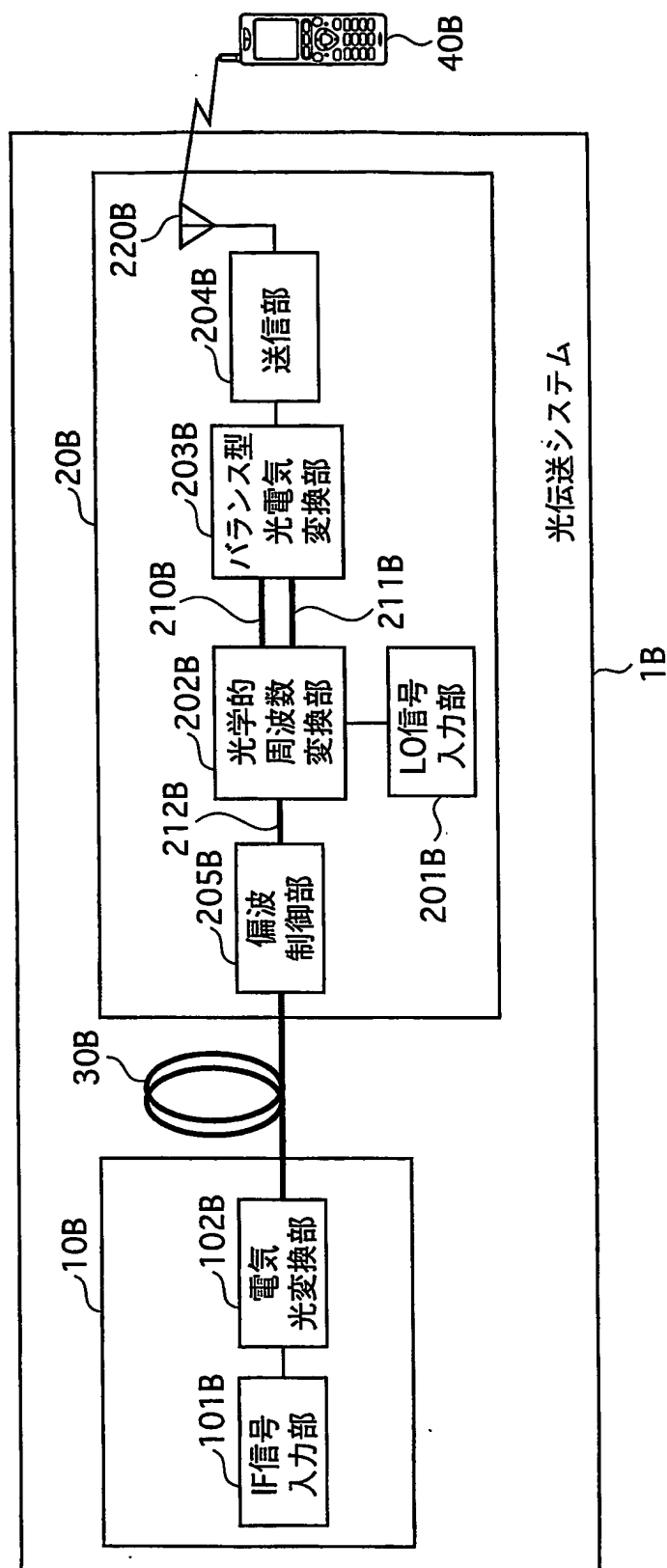


図8

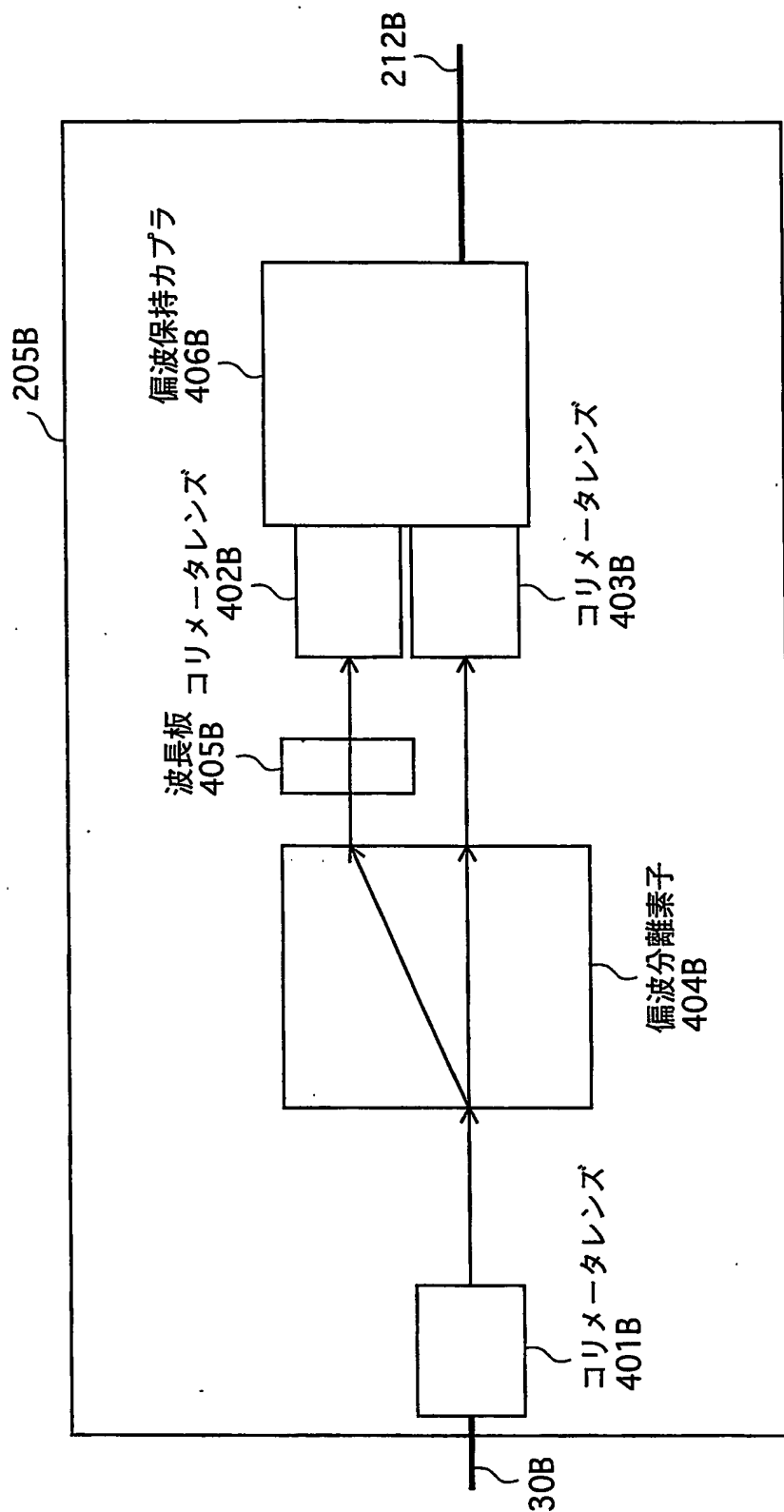
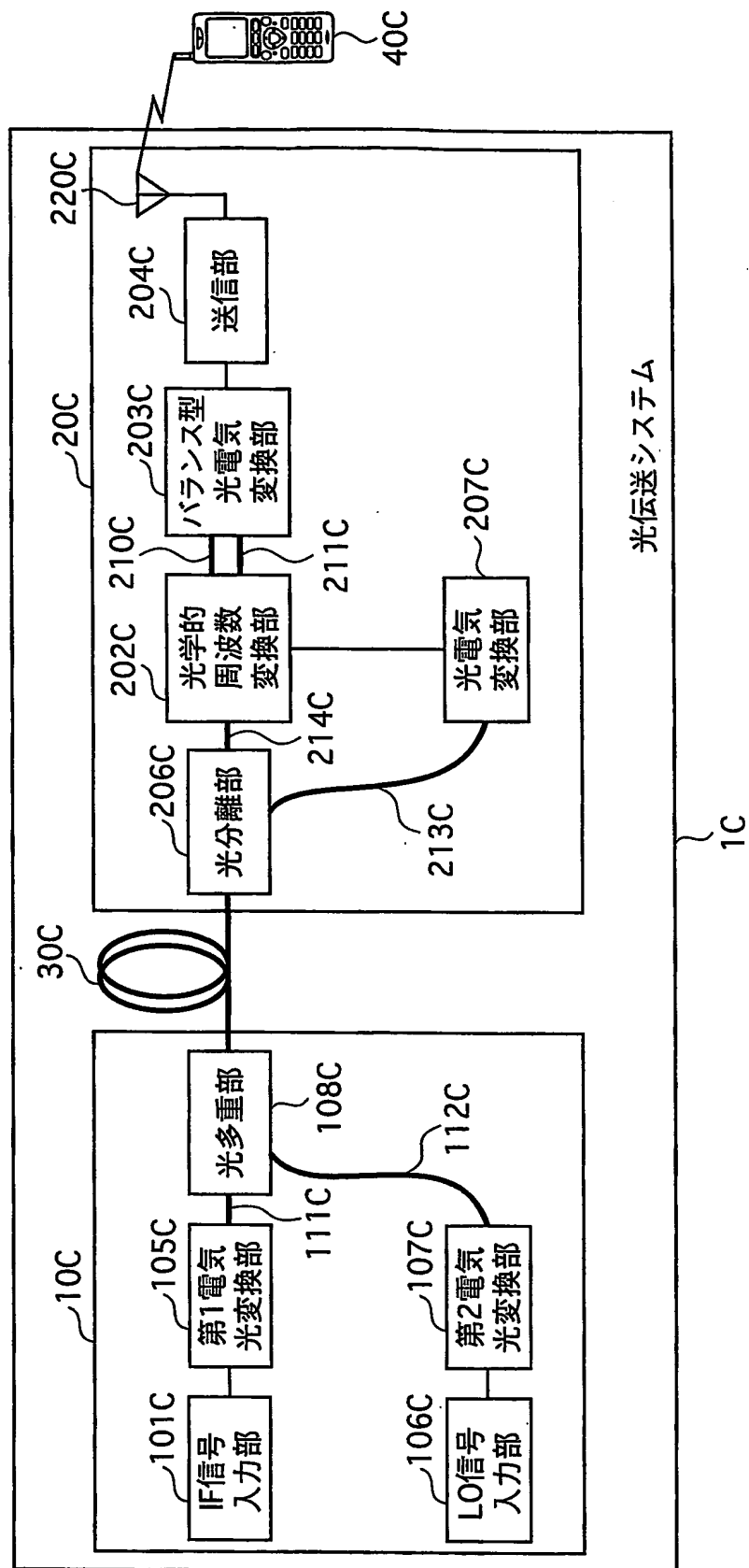


図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04B10/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04B10/00-10/28, H04J14/00-14/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-117172 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 May, 1998 (06.05.98), Fig. 4 (Family: none)	1-12
A	JP 7-283793 A (Hitachi, Ltd.), 27 October, 1995 (27.10.95), Fig. 15 (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April, 2004 (26.04.04)

Date of mailing of the international search report

18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H04B10/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H04B10/00-10/28, H04J14/00-14/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用思案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-117172 A (松下電器産業株式会社) 1998. 05. 06、第4図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 7-283793 A (株式会社日立製作所) 1995. 10. 27、第15図 (ファミリーなし)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 04. 2004

国際調査報告の発送日

18. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

工藤 一光

5W 9274

電話番号 03-3581-1101 内線 3534